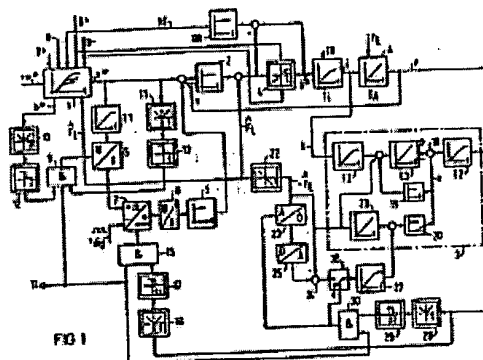


Device for controlling the speed of an electromagnetically supported vehicle

Patent number: DE3228772
Publication date: 1983-02-17
Inventor: WILHARM HEINZ DIPL ING (DE); MRHA WILFRIED
PROF DIPL ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: B60L15/00; B61B13/08
- european: B60L15/00B1
Application number: DE19823228772 19820802
Priority number(s): DE19823228772 19820802; DE19813130339 19810731

Abstract of DE3228772

A speed-controlled magnetic levitation drive is proposed in which acceleration and jolting are limited in a predeterminable fashion in order to fulfil prescribed comfort conditions. The acceleration moment actually available can be determined by means of a load sensor and taken into account when presetting the acceleration limits. In the lower speed range a displacement controller which stops the vehicle for an intended stop (stationary brake) is activated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

02 P 058 93

32

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3228772 A1

51 Int. Cl. 3:
B 60 L 15/00
B 61 B 13/08

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 32 28 772.0-32
2. 8. 82
17. 2. 83

DE 3228772 A1

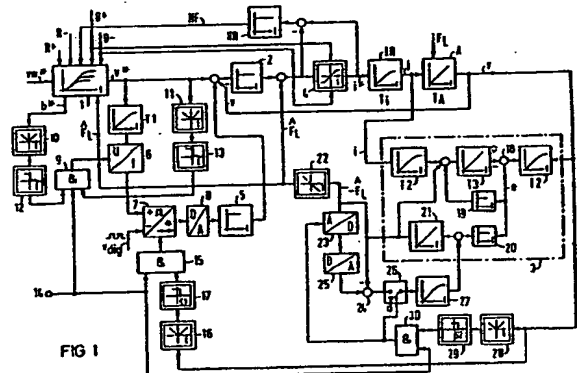
23 Innere Priorität: 31.07.81 DE 31303390
71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Wilhelm, Heinz, Dipl.-Ing., 8520 Erlangen, DE; Mrha,
Wilfried, Prof. Dipl.-Ing., 6800 Mannheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug

Es wird ein geschwindigkeitsgeregelter Magnetschwebeantrieb vorgeschlagen, bei welchem Beschleunigung und Ruck zur Erfüllung vorgeschriebener Komfortbedingungen vorgebar begrenzt sind. Mittels eines Lastbeobachters kann das tatsächlich zur Verfügung stehende Beschleunigungsmoment ermittelt und bei der Vorgabe der Beschleunigungsbegrenzungen berücksichtigt werden. Im unteren Geschwindigkeitsbereich wird ein Wegregler aktiviert und hält bei einem beabsichtigten Halt das Fahrzeug fest (Stillstandsbremse).
(32 28 772)



DE 3228772 A1

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromotorisch angetriebenes und elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:
- 5
- a) es ist ein vom Geschwindigkeitsistwert (v) und vom Motorstromistwert (i) beaufschlagter Störgrößen-Beobachter zur Ermittlung der Lastkraft (F_L) und deren Aufschaltung auf die Ausgangsgröße des Geschwindigkeitsreglers (2) vorgesehen;
- 10
- b) ein vom Geschwindigkeitssollwert (v_w^*) beaufschlagter Hochlaufgeber begrenzt den Ruck und die Beschleunigung unter Berücksichtigung der ermittelten Lastkraft (F_L);
- 15
- c) im unteren Geschwindigkeitsbereich wird ein den Motorstrom beeinflussender Wegregler aktiviert und als Stillstandsbremse benutzt.
- 20
2. Einrichtung nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Merkmale:
- 25
- a) dem Geschwindigkeitsregler (2) ist ein Stromregler (IR) unterlagert, dessen Sollwert von einem Begrenzungsglied begrenzt ist;
- 30
- b) Eingangsgröße und Ausgangsgröße (i^*) des Begrenzungsgliedes sind als Istwert bzw. als Sollwert einem Nachführregler (NR) zugeführt, dessen Ausgangsgröße die Ausgangsgröße reduziert.

2

- 10 -

VPA 81 P. 3116 DE 01

3. Einrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Sollwert
des Wegreglers auf Null gesetzt wird, wenn die Aus-
gangsgröße (v^*) des Hochlaufgebers (1), deren zeit-
5 liche Ableitung (b^*) und die Eingangsgröße (vw^*) des
Hochlaufgebers den Wert Null aufweisen.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, g e k e n n -
z e i c h n e t ; durch einen digitalen Differenz-
10 zähler (7), dessen Ausgangsgröße über einen Digital-
Analogwandler (8) einem analogen Wegregler (5) zuge-
führt ist, der den Sollwerteingang des Geschwindig-
keitsreglers (2) beaufschlagt.
- 15 5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4 ,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Ausgangsgröße des Störgrößenbeobachters ($-F_L$) lau-
fend digital abgespeichert und der bei Erreichen eines
Geschwindigkeitswerts in der Nähe des Stillstands ab-
20 gespeicherte Wert nach Digital-Analog-Umwandlung als
Sollwert einer zu diesem Zeitpunkt aktivierten Nach-
führregelung für die Ausgangsgröße ($-F_L$) des Stör-
größenbeobachters (3) verwendet ist.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 81 P 3116 DE 01

5 Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein
elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromotorisch angetriebenes und elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug, beispielsweise einer Magnetschwebbahn, und stellt sich die Aufgabe, einen vorgegebenen Geschwindigkeits-
10 sollwert überschwingungsfrei unter Einhaltung bzw. Ausnutzung vorgegebener Ruck- und Beschleunigungsbegrenzungen anzufahren, die dann erreichte Geschwindigkeit
15 stationär mit großer Genauigkeit einzuhalten und bei einem beabsichtigten Halt des Fahrzeugs, beispielsweise im Bahnhofsbereich, sicherzustellen, daß das Fahrzeug trotz fehlender Reibung im Stillstand verhar-
20 harzt.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs angegebenen Merkmale. Mit der Erfindung kann unter Beachtung der Fahrkomfortbedingungen die gewünschte Fahrgeschwindigkeit
25 optimal schnell erreicht werden.

Die Erfindung samt ihren weiteren Ausgestaltungen, welche in Unteransprüchen gekennzeichnet sind, soll nachstehend anhand der Figuren näher erläutert werden.

30 Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem die Geschwindigkeit v eines elektromotorisch angetriebenen und elektromagnetisch, d.h. reibungslos abgestützten Fahrzeugs, z.B.
35 einer Magnetschwebbahn, auf vorgebbare Werte unter

Hak 2 Bim / 02.08.1982

Ausnutzung vorgegebbarer Grenzwerte für Ruck und Beschleunigung geregelt werden soll. Der Antrieb dieses Fahrzeugs ist in Figur 1 mit A bezeichnet und symbolisch durch ein Regelkreisglied mit Integral-Verhalten dargestellt, dessen Zeitkonstante T_A von der Masse dieses Antriebs abhängt. Auf den Antrieb A wirkte eine mit F_L bezeichnete Lastkraft als Störgröße. Der Ankerstrom i des Antriebs A wird mittels eines Stromregelkreises IR geregelt, welcher vereinfacht als Verzögerungsglied mit der Zeitkonstanten T_i dargestellt ist und seinen Sollwert i^* über eine Begrenzerschaltung 4 vom Ausgang eines Geschwindigkeitsreglers 2 erhält. Der Sollwert des Geschwindigkeitsreglers besteht im Ausgangssignal v^* eines Hochlaufgebers 1, welcher mit dem gewünschten Sollwert vw^* eingangsseitig beaufschlagt ist. Der Sollwert v^* wird im Eingangskreis des Geschwindigkeitsreglers 2 mit dem Geschwindigkeitsistwert v des Antriebs A verglichen. Eine der Lastkraft F_L entsprechende Größe \hat{F}_L wird mittels eines mit 3 bezeichneten Störgrößenbeobachters aus dem Stromistwert i und dem Geschwindigkeitsistwert v ermittelt und dem Ausgang des Geschwindigkeitsreglers 2 aufgeschaltet. Bei einer solchen Störgrößenaufschaltung kann der Geschwindigkeitsregler 2 proportionales Verhalten aufweisen, ohne daß stationär eine bleibende Regelabweichung auftritt.

Der Hochlaufgeber hat die Aufgabe, seine Ausgangsgröße v^* - den Sollwert der Geschwindigkeit - an seine Eingangsgröße vw^* , welche dem gewünschten Sollwert der Geschwindigkeit v entspricht, so anzugleichen, daß dabei ihre erste zeitliche Ableitung, gewissermaßen der Sollwert der Beschleunigung, und ihre zweite zeitliche Ableitung, gewissermaßen der Sollwert des Rucks bestimmte vorgebbare Werte einhalten, welche für den Ruck in den Größen R_+ für den Ruck im Treibbereich bzw. für den (negativen) Ruck im Bremsbereich bestehen und für die Beschleunigung entsprechend

5

- 3 -

VPA 81 P 3116 DE 01

in den Größen $B+$ und $B-$, wobei allerdings in weiterer Ausgestaltung der Erfindung hiervon jeweils der Wert der von dem Störgrößenbeobachter 3 ermittelten Lastkraft \hat{F}_L abgesetzt wird. Da die Werte $B+$ und $B-$ auch
 5 die Grenzwerte der Begrenzerschaltung 4 darstellen, wird somit verhindert, daß vom Hochlaufgeber dem Antrieb ein Sollwert vorgeschrieben wird, der nicht realisierbar ist. Die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers kann somit immer in Fühlung mit dem Geschwindigkeitsistwert
 10 bleiben und ein überschwingungsfreies Anfahren eines vorgegebenen Geschwindigkeitssollwertes ist sichergestellt.

Für die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers ergibt sich
 15 beispielsweise bei einem sich von Null sprungartig auf einen positiven Wert ändernden Eingangssignal vw^* die in seinem Blockschaltbild dargestellte Zeitfunktion, wobei die maximale Steigung dieser Funktion durch den Wert $(B+ - \hat{F}_L)$, die Krümmung durch die Werte $R+$ und $R-$
 20 und ihr Endwert durch die Eingangsgröße vw^* bestimmt ist.

Sollte beispielsweise bei zu großer Belastungsänderung des Antriebs der Stromsollwert i^* an die Grenzen $B+$ bzw.
 25 $B-$ des Begrenzungsgliedes 4 stoßen, so wäre ebenfalls ein Überschwingen beim Anfahren der Endgeschwindigkeit zu befürchten. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird deshalb ein Nachführregler NR in Aktion gesetzt, der für den Fall, daß sein in der Eingangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 bestehender Istwert
 30 größer ist als sein in der Ausgangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 bestehender Sollwert, die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers solange reduziert, bis die Eingangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 in Übereinstimmung
 35 mit seiner Ausgangsgröße i^* gebracht worden ist. Der Nachführregler sollte zweckmäßigerweise ein integrales Verhalten aufweisen, falls der Nachführregelkreis

6
- K - VPA 81 P 3116 DE 01

keine Glieder mit derartigem Verhalten aufweist.

Um den Stillstand beim Schweben des Fahrzeugs trotz fehlender Reibung zu sichern, wird bei kleinen Geschwindigkeiten, etwa bei 1 - 4 % der Nenngeschwindigkeit, eine hochgenaue digitale Wegregelung überlagert und dann als Stillstandsbremse benutzt. Dieser digitale Wegregelkreis besteht aus einem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 6, welcher über ein Glättungsglied mit der Zeitkonstanten T_1 beaufschlagt wird und ein der Größe v^* frequenzproportionales Impulssignal an einen Differenzzähler 7 gibt. Dem anderen Eingang des Differenzzählers 7 ist der Geschwindigkeitswert v^* , digitalisiert als entsprechend frequenzproportionale Impulsreihe V_{dig} zugeführt. Der Differenzzähler 7 zählt die Differenz seiner Eingangsimpulse, sein Zählerstand wird damit proportional einer Wegabweichung. In einem Digital/Analog-Wandler 8 wird ein dem Stand des Differenzzählers 7 proportionales Analogsignal gebildet und über den Wegregler 5 dem Eingang des Geschwindigkeitsreglers 2 im positiven Sinne aufgeschaltet. Freigegeben wird dieser Wegregelkreis zweckmäßigerweise schon bei kleinen Geschwindigkeiten, beispielsweise zwischen 1 - 4 % der Nenngeschwindigkeit, mit einem entsprechend auf den Differenzzähler wirkenden L-Signal am Ausgang eines UND-Gatters 15. Hierzu wird das UND-Gatter 15 eingangsseitig über einen Betragsbildner 16 und ein Schwellwertglied 17 mit der Ansprechschwelle S_1 vom Geschwindigkeitswert v beaufschlagt sowie von einem an der Klemme 14 anliegenden Signal, welches ein L-Signal aufweist, wenn als Geschwindigkeitssollwert vw^* der Wert Null vorgegeben wird.

Die Stillstandsbremse tritt in Aktion, d.h. der Wegregler 5 wirkt nun allein auf den Sollwerteingang des Geschwindigkeitsreglers, wenn die Ausgangsgröße v^* , das ihrer zeitlichen Ableitung entsprechende Signal b^* des Hochlaufgebers 1 und

7

- 5 -

VPA 81 P 3116 DE 01

- der vorgegebene Sollwert wv^* gleichzeitig den Wert Null aufweisen, was von einem UND-Gatter 9 ausgewertet wird, welches eingangsseitig von den genannten Führungsgrößen des Hochlaufgebers 1 jeweils über Betragsbildner 10 bzw. 11 und nachgeschaltete Schwellwertglieder mit der Ansprechschwelle Null beaufschlagt ist und dem weiterhin das Signal der Klemme 14 zugeführt ist. Mit dem L-Signal des UND-Gatters 9 wird der Spannungs-Frequenz-Umsetzer 6 gesperrt, so daß an dem mit
- 5 + bezeichneten Eingang des Differenzzählers 7 als Frequenz-Sollwert nunmehr exakt der Wert Null erscheint. Damit ist der Wegregelkreis aktiviert und hält die Lage des Fahrzeugs fest.
- 10
- 15 Der Störgrößenbeobachter 3 zur modellmäßigen Ermittlung der Lastkraft F_L enthält in an sich bekannter Weise einen den Antrieb A modellmäßig nachbildenden Integrator mit der Zeitkonstanten T_3 , welche der Zeitkonstanten T_A entspricht. Er wird von derselben Eingangsgröße beaufschlagt wie der Antrieb A und seine Ausgangsgröße \hat{v} - die nachgebildete Geschwindigkeit v - wird mit der tatsächlichen Geschwindigkeit v in einem Mischglied 18 verglichen. Die Differenz- bzw. Fehlergröße e zwischen tatsächlicher und nachgebildeter Istgeschwindigkeit wird
- 20 proportional über ein Proportionalglied 19 und integral über einen Integrator 21 mit der Zeitkonstanten T_6 rückgekoppelt, dem noch ein Proportionalglied 20 vorgeordnet sein kann. Es entsteht am Ausgang des Integrators 21 eine Größe $-\hat{F}_L$, welche über eine Umkehrstufe
- 25 22 dem Ausgang des Geschwindigkeitsreglers 2 zur Lastkompensation aufgeschaltet ist und im Hochlaufgeber 1 zur Bildung der maximal zu realisierenden Beschleunigungswerte verwendet wird.
- 30
- 35 Im Bereich kleiner Geschwindigkeiten und vor allem bei einem Halt, welcher bei einem magnetisch abgestützten Fahrzeug einer Magnetschwebbahn im Bahnhofsbereich mit

einem Absenken verbunden ist, kann ein ordnungsgemäßes Arbeiten des Störgrößenbeobachters 3 nicht sichergestellt werden, wenn seine Integralglieder in analoger Technik ausgeführt sind. Besonders für die Ausgangsgröße des Integrators 21, welcher ja die Lastkraft F_L nachzubilden hat, wäre es wichtig, bei einem Neustart exakt denselben Wert auszugeben, welcher vor dem Halt ermittelt wurde. Daher wird laufend die Ausgangsgröße \hat{F}_L des Integrators 21 mittels eines Analog/Digital-Wandlers erfaßt und digital abgespeichert. Die Ausgangsgröße des Analog/Digital-Wandlers 23 wird einem Mischglied 24 über einen Digital/Analog-Wandler 25 zugeführt. Den anderen Eingang des Mischgliedes 24 beaufschlagt subtraktiv die Ausgangsgröße $-\hat{F}_L$ des Störgrößenbeobachters 3 direkt. Es ist weiterhin ein Schaltglied 26 vorgesehen, über welches der Ausgang des Mischgliedes über ein Zeitkonstantenglied 27 mit der Zeitkonstanten T_7 dem Eingang des die Lastkraft $-\hat{F}_L$ nachbildenden Integrators 21 zuführbar ist. Der eine Eingang eines UND-Gatters 30 wird über einen Betragsbildner 28 und ein Schwellwertglied 29 mit der Ansprechschwelle S_2 vom Geschwindigkeitswert v beaufschlagt. Wenn zu einem Zeitpunkt im unteren Geschwindigkeitsbereich der Betrag der Geschwindigkeit eine bestimmte Schwelle S_1 , welche beispielsweise auch etwa zwischen 1 und 4 % der Nenngeschwindigkeit gewählt werden kann, unterschreitet und gleichzeitig der gewünschte Sollwert vw^* Null ist, d.h. das Signal an der Klemme 14 ein L-Signal wird, dann erscheint am Ausgang eines UND-Gatters 30 ebenfalls ein L-Signal, welches den Analog/Digital-Wandler 23 sperrt, d.h. seinen bis dahin erreichten Zustand gewissermaßen "einfriert" und die Umschaltvorrichtung 26 in diejenige Stellung bringt, in dem der Ausgang des Mischgliedes 24 mit dem Eingang des Zeitkonstantengliedes 27 verbunden ist. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, wird damit ein Nachführregelkreis geschlossen, welcher den Ausgang

des Integrators 21 stets demjenigen Wert nachführt, den er zum Zeitpunkt des Auftretens eines L-Signals am Ausgang des UND-Gatters 28 hatte. Damit wird sichergestellt, daß nach einem erneuten Start bzw. nach Absenken des
5 Fahrzeugs mit genau derselben Lastkraftgröße \hat{F}_L weitergearbeitet wird, welche zuvor vom Störgrößenbeobachter 3 ermittelt worden ist.

Figur 2 zeigt Details zum inneren Aufbau des Hochlauf-
10 gebers 1. Die als Sollwert für den Geschwindigkeitsregler 2 bestimmte Ausgangsgröße v^* wird am Ausgang eines Integrators 31 abgenommen. Der Eingang des Integrators 31 stellt das zeitliche Integral des Geschwindigkeitssollwertes v^* dar und kann als Beschleunigungssollwert b^* betrachtet werden. Er wird einerseits dem
15 Betragsbildner 10 zur Sperrung des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 6 zugeführt und andererseits über ein elektronisches Zweipunktschaltglied 32 auf den Eingang eines zweiten Integrators 33 gegengekoppelt, welcher dem
20 Integrator 31 vorgeordnet ist. Am Eingang des Integrators 33 entsteht somit die zeitliche Ableitung des Beschleunigungssollwertes b^* , d.h. also der dem Antrieb vorgeschriebene Ruck-Sollwert. Auf den Eingang des Integrators 33 wirkt zusätzlich die Ausgangsgröße NF des
25 Nachführreglers NR, welche jedoch nur dann ein von Null verschiedenes Signal aufweist, wenn der Antrieb infolge extremer Belastung an seine vorgebbaren Grenzen stößt. Sonst wird der Eingang des Integrators 33 je nach Vorzeichen der Eingangsgröße des Zweipunktschaltgliedes 32
30 mit der Größe R_+ bzw. R_- beaufschlagt und damit die maximalen Werte des Ruck-Sollwerts R^* vorgegeben, mit denen dann letztlich die Sollwerte für die Beschleunigung b^* und für die Geschwindigkeit v^* des Antriebs realisiert werden. Das Zweipunktschaltglied 32 wird weiterhin über
35 ein Mischglied 34 vom Ausgangssignal eines Begrenzungs-
gliedes 35 beaufschlagt, dessen obere Grenze durch die

10

- 8 -

VPA 81 P 3116 DE 01

- Differenz einer konstant vorgebbaren Größe B_+ und der vom Störgrößenbeobachter 3 ermittelten Lastkraft \hat{F}_L bestimmt ist und dessen untere Grenze durch die Differenz zwischen einer ebenfalls konstant vorgebbaren
- 5 Größe B_- und diesem Wert \hat{F}_L bestimmt ist. Dem Begrenzungsglied 34 ist ein Funktionsgenerator 36 mit der in seinem Blockschaltbild angegebenen invers parabelförmigen Kennlinie vorgeordnet, welcher eingangsseitig von der in einem Proportionalglied 37 verstärkten Differenz
- 10 zwischen dem gewünschten Sollwert v_w^* und der Ausgangsgröße v^* des Integrators 30 beaufschlagt ist.

2 Figuren

5 Patentansprüche

-11-

Leerseite

Nummer: 3228772
 Int. Cl.³: B60L 15/00
 Anmeldetag: 2. August 1982
 Offenlegungstag: 17. Februar 1983

- 13 -

1/2

81 P 3116 01

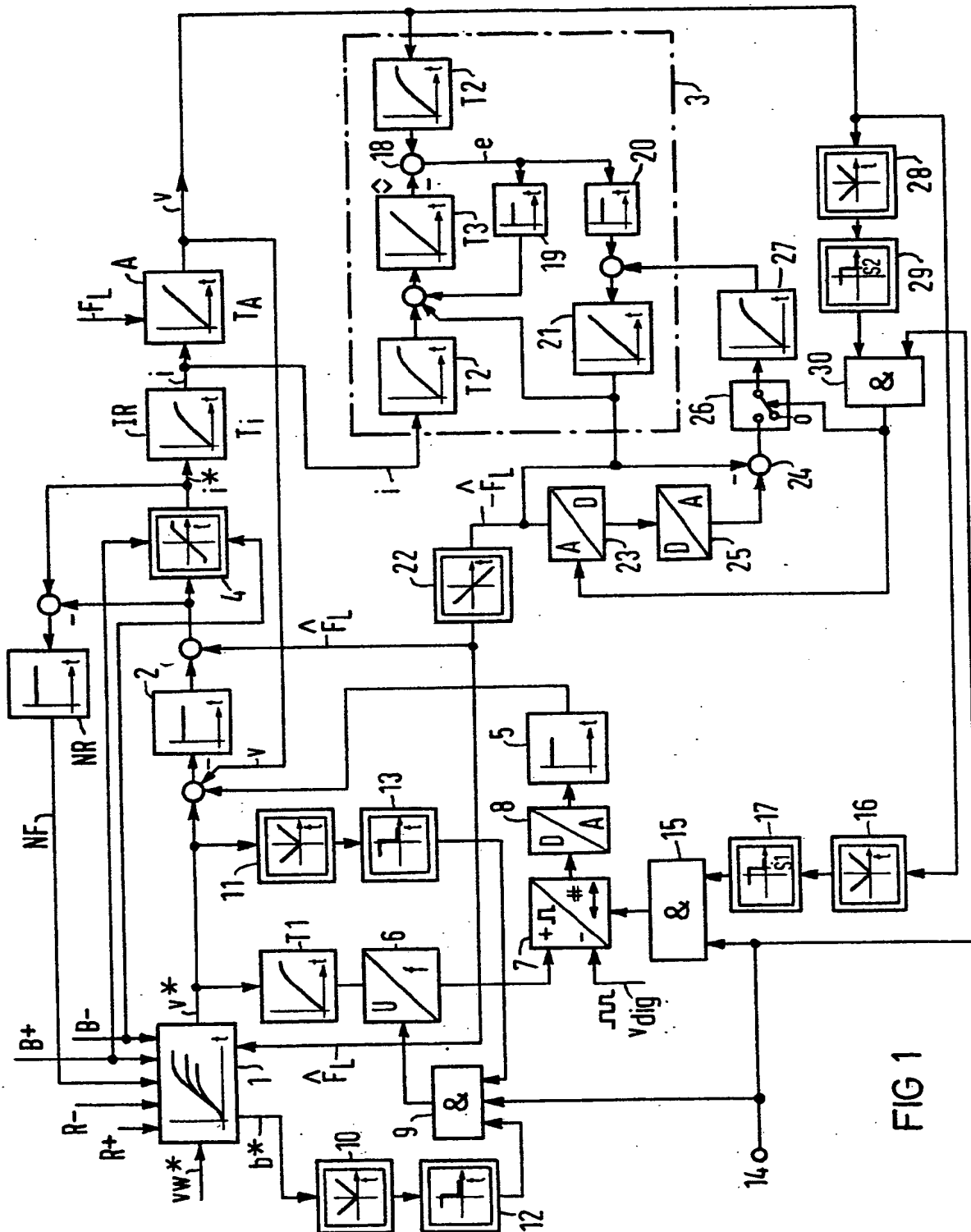


FIG 1

2/2

81 P 3116 01

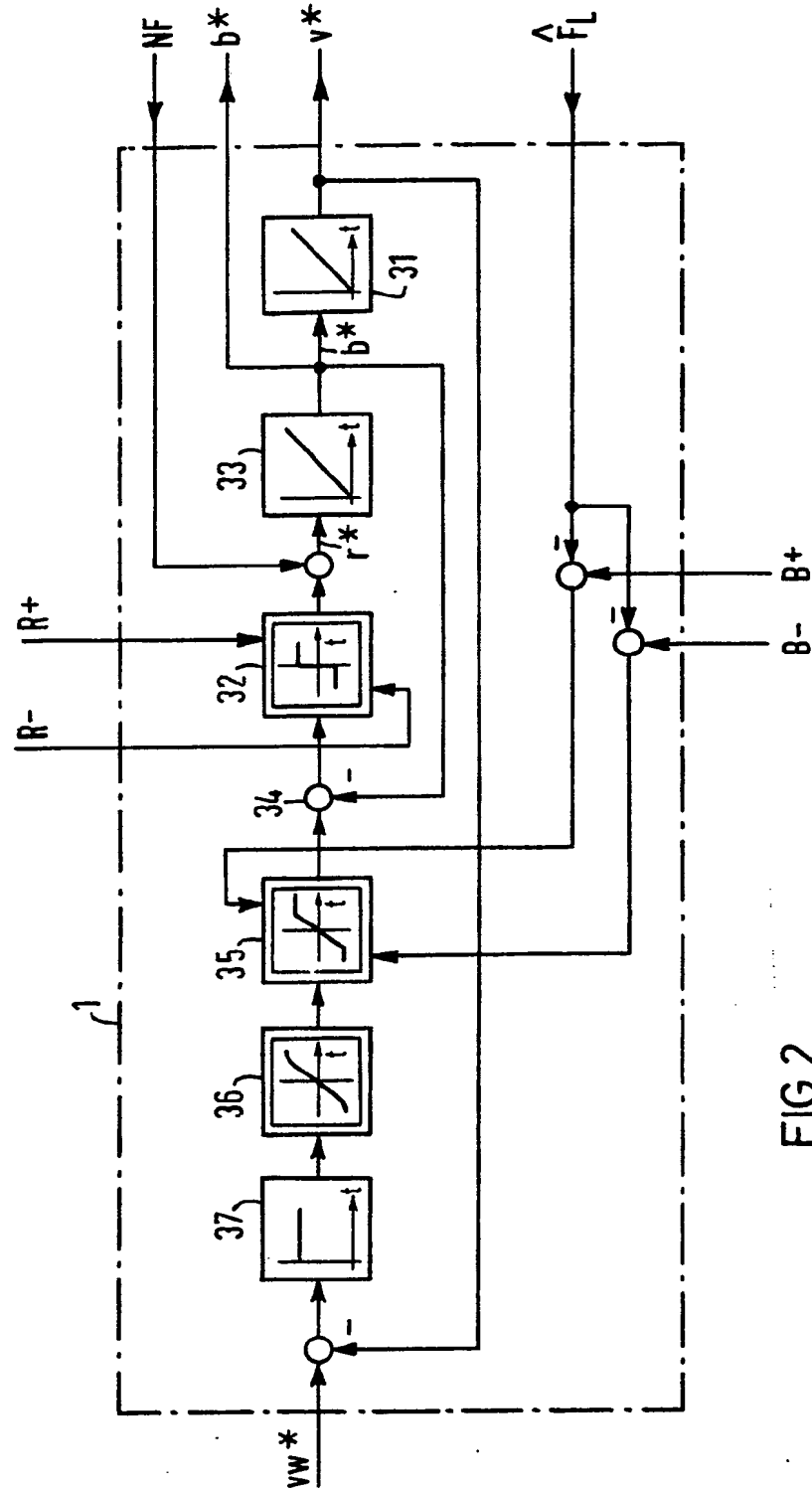


FIG 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)